

***ESTADO DE REGENERACION DE ESPECIES
FORESTALES IMPORTANTES EN BOLIVIA:
EVALUACION Y RECOMENDACIONES***

Documento Técnico 88/2000

**Bonifacio Mostacedo C.
Todd S. Fredericksen**

Autores

Contrato USAID: 511-0621-C-00-3027-00
Chemonics International
USAID/Bolivia
Febrero, 2000

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

***Estado de Regeneración
de Especies Forestales
Importantes en Bolivia:
Evaluación y Recomendaciones***

***Proyecto de Manejo
Forestal Sostenible
BOLFOR***

Cuarto Anillo
esquina Av. 2 de Agosto
Casilla 6204
Teléfonos: 480766 - 480767
Fax: 480854
e-mail: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo
Santa Cruz, Bolivia

*BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y el Gobierno de Bolivia e implementado por
Chemonics International, con la asistencia técnica de Tropical Research and
Development y Wildlife Conservation Society*

TABLA DE CONTENIDO

		Página
SECCION I	INTRODUCCION	I-1
SECCION II	METODOLOGIA	II-1
SECCION III	RESULTADOS Y DISCUSION	III-1
SECCION IV	RECOMENDACIONES	IV-1
SECCION V	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	V-1

RESUMEN EJECUTIVO

Se revisó el estado de regeneración de 68 de las especies forestales más importantes de los bosques bolivianos, con el fin de aclarar problemas relacionados con la regeneración natural e identificar posibles sistemas silviculturales que ayuden a establecerla. La revisión incluye una amplia gama de especies importantes, tanto para la producción maderable y no maderable, como para los procesos ecológicos del bosque. Para llevar a cabo la evaluación, se usó una combinación de investigación de campo, entrevistas con expertos locales y búsquedas bibliográficas. En general, se dispone de poca información bibliográfica sobre la ecología de regeneración de las especies arbóreas de Bolivia. Sin embargo, se considera que la regeneración es inadecuada para un 60% de las especies estudiadas. Existen problemas particularmente agudos en la regeneración de las especies maderables valiosas, muchas de las cuales necesitan de claros grandes y control de la vegetación competidora para establecerse. Los problemas de regeneración parecen ser más serios para las especies maderables heliófitas y moderadamente esciófitas. En general, las palmeras tienen menos problemas de regeneración que las especies dicotiledóneas. Se conoce muy poco sobre los mecanismos específicos que causan el fracaso de la regeneración de muchas especies, pero las causas de éste son variadas. Estos datos indican que las soluciones a los problemas de regeneración deben ser tratados especie por especie. No obstante, para varias especies heliófitas, la regeneración dependerá de la aceptación, por parte del sector forestal, de prácticas silviculturales no tradicionales que proporcionen claros grandes, quizás seguidas por tratamientos post-aprovechamiento de control de la vegetación competidora.

Palabras clave: Bolivia, regeneración, sistemas silviculturales, manejo forestal sostenible, bosques tropicales.

SECCION I

INTRODUCCION

Con una cobertura del 48% del territorio nacional, los bosques tienen un papel de gran importancia en la ecología y economía de Bolivia. Dichos bosques son la fuente de una serie de beneficios, que incluyen protección de cuencas, oportunidades para la recreación, ingresos mediante el turismo y hábitat para la flora y fauna. Asimismo, constituyen la base de una industria que genera \$4.500 millones al año a través del aprovechamiento maderero y los productos forestales secundarios (Hunnisett 1996).

Se han otorgado concesiones a la industria forestal sobre una superficie correspondiente a la mitad de las tierras boscosas. En el pasado, el aprovechamiento de estas concesiones era, típicamente, un proceso de explotación y no de manejo forestal. El manejo forestal sostenible se está promoviendo con el apoyo de proyectos gubernamentales, tanto nacionales como internacionales, además de la promulgación, en 1996, de una nueva ley forestal. Esta legislación patrocina la implementación de inventarios previos al aprovechamiento, planes de manejo, prácticas mejoradas de manejo y reservas biológicas de protección dentro de las concesiones. Sin embargo, a pesar de dichos esfuerzos, aún quedan interrogantes sobre la forma de implementar el manejo sostenible en los bosques bolivianos, en particular, y en los bosques tropicales, en general. En este sentido, uno de los principales problemas es la falta de regeneración de varias especies maderables importantes, actualmente aprovechadas.

La extracción forestal ha sido una actividad extremadamente selectiva y enfocada en unas cuantas especies, predominantemente mara (*Swietenia macrophylla*), roble (*Amburana cearensis*) y cedro (*Cedrela fissilis*). Si bien se ha extraído sólo una porción de las especies forestales, el aprovechamiento generalmente no ha sido planificado, caracterizándose por el daño excesivo al bosque residual, la baja eficiencia de utilización y la falta de monitoreo para determinar su sostenibilidad. Este sistema de aprovechamiento ha causado una marcada reducción y degradación de las especies mencionadas, además de daños al bosque residual (Gullison et al. 1996). Asimismo, se ha observado la escasa regeneración posterior al aprovechamiento de estas especies, quizás debido a que ésta depende de condiciones de luminosidad y/o grados de alteración del suelo que la extracción de árboles individuales no proporciona (Fredericksen 1998).

Al escasear las existencias de las especies anteriormente citadas, el desarrollo de un grupo de otras menos conocidas, para el aprovechamiento forestal, se ha incrementado gradualmente. No obstante, al parecer, también existen problemas para la regeneración adecuada de varias de estas especies (Fredericksen 1998; Mostacedo *et al.* 1998). También se han determinado problemas en la regeneración de especies forestales utilizadas para la extracción de productos no maderables, tales como el asaí (*Euterpe precatoria*) y la castaña (*Bertholletia excelsa*) (Peña 1996, Johnson 1986).

La regeneración es quizás el paso más importante hacia el logro de la sostenibilidad a largo plazo de los bosques bajo manejo. Los objetivos del presente informe son evaluar el estado actual de regeneración de las especies maderables y no maderables utilizadas en Bolivia, determinar los conocimientos que existen sobre regeneración, y proponer estrategias o nuevas investigaciones para mejorar la regeneración en los bosques.

SECCION II METODOLOGIA

Se seleccionó un total de 68 especies para la correspondiente revisión (Cuadro 1). Entre éstas se incluyeron especies valiosas maderables y no maderables, así como especies con roles ecológicos importantes (ej. fuentes de alimentación para la fauna silvestre, colonizadoras y estabilizadoras de suelos perturbados, dominantes en el bosque, etc.). La mayoría de las especies seleccionadas (66%) tiene valor maderable. Se considera que alrededor de un 25% de las especies seleccionadas tiene gran importancia ecológica. Un porcentaje reducido (3%) tiene importancia para usos medicinales o industriales. Las especies se categorizaron, también, de acuerdo a su tolerancia a la sombra y/o estado en la sucesión, e incluyeron especies heliófitas de madera blanda y sucesión temprana, especies heliófitas de madera dura, especies de tolerancia media a la sombra, y especies esciófitas.

La información sobre el estado de regeneración de las especies se obtuvo mediante: a) estudios efectuados por el Proyecto BOLFOR en los departamentos de Santa Cruz, Beni y Pando (ej. Gullison y Hubbell 1992; Fuentes 1996; Pinard et al. 1996, Peña 1996, Gullison et al. 1996, Medina 1996; Guzmán 1997; Pinard y Huffman 1997; Veizaga 1997, Aguape 1998; Choquevilca 1998; Fredericksen 1998; Fredericksen y Justiniano 1998; Fredericksen *et al.* 1998; Justiniano 1998; Justiniano y Fredericksen 1998a-e; Kennard 1998; Killeen *et al.* 1998; Leach 1998; Mostacedo *et al.* 1998, Fredericksen *et al.* 1999; Pinard *et al.* en prensa; Fredericksen y Mostacedo en prensa; Fredericksen *et al.* en prensa), b) inventarios forestales realizados por el Proyecto BOLFOR en 21 concesiones forestales o tierras de propiedad privada dispersas en todo el país, c) revisiones bibliográficas de publicaciones especializadas sobre regeneración en Bolivia y d) entrevistas a ecólogos, botánicos y especialistas forestales con conocimientos sobre el tema. La información disponible sobre la ecología de la regeneración de las especies se clasificó de acuerdo al número de artículos publicados al respecto. En este sentido, se reconocieron tres clases: deficiente (menos de 3 publicaciones), más o menos adecuada (4 a 10 publicaciones) y buena (más de 10 publicaciones).

A partir de las fuentes mencionadas anteriormente, el estado actual de regeneración de cada una de las especies en los bosques bolivianos se clasificó en cuatro categorías:

1. Deficiente: existe muy poca regeneración natural de la especie en lugares donde se presenta como árbol adulto. Además, se dispone de pocos conocimientos silviculturales sobre el modo de establecer la regeneración.
2. Problemático: se encuentra poca regeneración. Se dispone de conocimientos sobre la forma de establecer la regeneración, pero las técnicas son costosas o difíciles de implementar a nivel operativo.
3. Promisorio: existe poca regeneración, pero se cuenta con técnicas para establecerla y éstas no son costosas ni difíciles de implementar.

4. Buena: existe abundante regeneración natural sin la necesidad de tratamientos silviculturales adicionales.

Asimismo, se identificaron las causas potenciales de los problemas de regeneración de cada una de las especies que presenta una disminución en dicho proceso. Estas incluyen:

1. Producción irregular o deficiente de semillas.
2. Tasas altas de depredación de semillas o deficiencias en la germinación.
3. Ataque de herbívoros, enfermedades u otros patógenos posteriormente a la germinación.
4. Falta de claros grandes con alta disponibilidad lumínica.
5. Competencia excesiva de bejucos u otra maleza independientemente del tamaño de los claros.
6. Tasas lentas de crecimiento natural.
7. Falta de suelos minerales para el establecimiento de plantines.
8. Sobreexplotación.
9. Mecanismos desconocidos.

La regeneración es quizás el paso más importante hacia el logro de la sostenibilidad a largo plazo de los bosques bajo manejo. Los objetivos del presente informe son evaluar el estado actual de regeneración de las especies maderables y no maderables utilizadas en Bolivia, determinar los conocimientos que existen sobre regeneración, y proponer estrategias o nuevas investigaciones para mejorar la regeneración en los bosques.

Cuadro 1. Lista de Especies Arbóreas Forestales de los Bosques Tropicales de Bolivia

Especies	Clase	Gremio	Vegetación (Beck et al)	Información	Estado Regeneración	Problemas Regeneración	Valor Ecológico	Valor económico
<i>Acrocomia aculeata</i> (total)	F, C	HD	BSC	mala	4	3	3	1
<i>Alnus acuminata</i> (aliso)	M	EP	BMH	mala	-	9		2
<i>Amburana cearensis</i> (roble)	M	HD	BSC, BA, BHL	regular	1	1, 2, 4	2	3
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (curupaú)	M	HD	BSC, BSCh	regular	2	2, 4, 5	3	3
<i>Aniba canelilla</i> (canelón)	M	ED	BA	mala	1	9	3	2
<i>Apuleia leiocarpa</i> (almendrillo)	M	ED	BA, BHL	mala	2	9	2	2
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> (jichituriqui)	M	EP	BSC, BHL	mala	2	6	2	2
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> (cacha)	M	HD	BSCh	mala	2	6	3	2
<i>Aspidosperma rigidum</i> (jichituriqui amarillo)	M	EP	BSC	mala	2	6	2	2
<i>Astronium urundeuva</i> (cuchí)	M	HD	BSC, BSCh	mala	3	4, 7	2	2
<i>Attalea phalerata</i> (motacú)	F, C	EP	BSC, BHL	mala	4	3	3	1
<i>Attalea speciosa</i> (cusi)	C, L	EP	BSC	mala	4	3	3	2
<i>Bactris gasipaes</i> (tembe)	C	EP	BHL	buena	4	3	3	3
<i>Bertholletia excelsa</i> (castaña)	C	EP	BA	buena	3	2, 4, 8	3	3
<i>Brosimum guianense</i> (quecho)	M	ET	BA, BHL	mala	2	9	2	2
<i>Caesalpinia pluviosa</i> (momoqui)	M	EP	BSC	mala	3	2, 6	2	2
<i>Calophyllum brasiliense</i> (guayabochi)	M	EP	BHL	mala	2	9	2	2
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (guayabochi)	M	EP	BHL	mala	2	9	1	2
<i>Capparis prisca</i> (pacobillo)	C, F	EP	BSC	mala	4	9	2	1
<i>Carianiana domestica</i> (yesquero colorado)	M	EP	BHL	mala	2	9	1	2
<i>Carianiana ianeirensis</i> (yesquero blanco)	M	EP	BSC, BHL	mala	2	2, 9	2	2
<i>Cariniana estrellensis</i> (yesquero negro)	M	EP	BSC, BHL	mala	2	2, 9	1	2
<i>Cecropia concolor</i> (ambaibo negro)	F	HE	BHL, BSC	buena	4	3	3	1
<i>Cedrela fissilis</i> (cedro)	M	HD	BSC, BHL	regular	2	1, 4, 8	1	3
<i>Cedrela odorata</i> (cedro)	M	HD	BSC, BHL	buena	2	1, 4, 8	1	3

Continua.....

Especies	Clase	Gremio	Vegetación (Beck et al)	Información	Estado Regeneración	Problemas Regeneración	Valor Ecológico	Valor económico
<i>Cedrelinga catenaeformis</i> (mara macho)	M	HD	BA	mala	3	9	1	2
<i>Centrolobium microchaete</i> (tarara amarilla)	M	HD	BSC, BHL	regular	2	1, 2, 4	3	2
<i>Copaifera chodatiana</i> (sirari)	M	ED	CSC	regular	3	2, 5, 6	3	2
<i>Cordia alliodora</i> (picana)	M	HD	BSC, BHL	buena	2	4, 9	1	3
<i>Couratari guianensis</i> (miso amarillo)	M	ED	BA	mala	2	9	2	2
<i>Couratari macrosperma</i> (miso colorado)	M	ED	BA	mala	2	9	2	2
<i>Croton draconoides</i> (sangre de drago)	L	HD	BA	mala	-	9	1	2
<i>Dialium guianense</i> (tamarindo del monte)	M	EP	BA	mala	2	9	2	2
<i>Erisma uncinatum</i> (cambará)	M	ED	BHL, BHE	mala	2	9	3	2
<i>Euterpe precatoria</i> (asaí)	C	EP	BHL, BA	buena	2	1, 2, 6, 8	3	3
<i>Ficus glabrata</i> (bibosi)	M	EP	BHL	regular	2	4, 7	3	2
<i>Heisteria nitida</i> (itauba negra)	M	ED	BA	mala	2	9	1	2
<i>Hevea brasiliensis</i> (siringa)	I	HD	BA	buena	3	8, 9	1	1
<i>Hura crepitans</i> (ochoó)	M	HD	BHL, BA	buena	4	-	2	2
<i>Hymenaea courbaril</i> (paquió)	M, F	EP	BSC, BSC	buena	2	1, 2, 6	2	2
<i>Hymenaea parvifolia</i> (paquiocillo)	M	EP	BA	mala	3	4, 6	2	2
<i>Jacaranda copaia</i> (chepereque)	M	HD	BA, BHL	regular	3	4	1	2
<i>Juglans boliviana</i> (nogal)	M	HD	BMH	mala		9	2	2
<i>Machaerium scleroxylon</i> (morado)	M	EP	BSC	regular	2	1, 2	2	3
<i>Mauritia flexuosa</i> (palma real)	C	EP	BA	buena	3	6	3	3
<i>Myrciaria cauliflora</i> (guapurú)	C	HD	BSC	regular	3	9	1	1
<i>Oenocarpus bataua</i> (majo)	C	EP	BA	regular	3	6, 9	2	2
<i>Otoba parvifolia</i> (sangre de toro)	M		BHL	mala	2	9	1	2
<i>Parkia pendula</i> (toco colorado)	M	ED	BA	mala	1	9	2	2
<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (cuta)	M	EP	BSC, BSCh	regular	2	2, 6, 9	2	2
<i>Platimiscium cf. ulei</i> (tarara colorada)	M	HD	BSC	mala	2	9	1	2
<i>Podocarpus palatorei</i> (pino de monte)	M	EP	BMH	mala	3	9	2	2
<i>Pourouma cecropiifolia</i> (ambaibauva)	C, F	HE	BHL, BHE	mala	4	4, 9	2	1
<i>Pouteria macrophylla</i> (lúcuma)	M	EP	BHL	mala	2	9	1	1
<i>Pseudolmedia laevis</i> (ojoso colorado)	M, F	ED	BHL, BA	regular	3	2, 4, 9	2	2
<i>Rheedia</i> spp. (achachairú)	C	EP	BHL, BA	regular	3	9	2	1
<i>Salacia elliptica</i> (guapomú)	C	EP	BSC	mala	2	9	2	1
<i>Schinopsis brasiliensis</i> (soto)	M	HD	BSC, BSCh	mala	1	1, 2, 9	1	2

Continúa....

Especies	Clase	Gremio	Vegetación (Beck et al)	Información	Estado Regeneración	Problemas Regeneración	Valor Ecológico	Valor económico
<i>Schizolobium amazonicum</i> (serebó)	M	HE	BHL	regular	4	4, 7	1	2
<i>Spondias mombin</i> (azucaró)	F, C, M	EP	BHL, BSC	buena	2	1, 2, 4	3	2
<i>Sterculia striata</i> (sujo)	F	EP	BSC	mala	2	6, 9	2	1
<i>Swietenia macrophylla</i> (mara)	M	HD	BHL, BA	buena	2	1, 4, 5, 8	1	3
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (tajibo rosado)	M	HD	BSC	regular	2	4, 9	2	2
<i>Tabebuia serratifolia</i> (tajibo amarillo)	M	HD	BSC	mala	2	9	1	2
<i>Terminalia amazonica</i> (verdolado)	M	HD	BSC, BHL	regular	2	9	2	2
<i>Tetragastris altísima</i> (isigo)	M	EP	BA	mala	2	9	2	2
<i>Virola flexuosa</i> (sangre de toro)	M	EP	BHL	mala	-	9	1	2
<i>Vitex cymosa</i> (trauma)	F, C	HD	BSC, BHL	mala	2	9	2	1

Clases de importancia:

F	-	Fauna
C	-	Comestible
M	-	Maderable
L	-	Medicinal
I	-	Industrial

Gremios ecológicos:

HE	-	Heliófito efímera
HD	-	Heliófito durable
EP	-	Esciófito parcial
ET	-	Esciófito total

Tipos de vegetación:

BHL	-	Bosque húmedo de llanura
BSC	-	Bosque semideciduo chiquitano
BA	-	Bosque amazónico
BSCh	-	Bosque seco chaqueño
BMH	-	Bosque montano húmedo
BHE	-	Bosque húmedo del Escudo Precámbrico

Estado de regeneración:

1	-	No hay
2	-	Mala
3	-	Promisorio
4	-	Buena

Problemas de regeneración:

1	-	Producción irregular o deficiente de semillas
2	-	Tasas altas de depredación de semillas o deficiencias en la germinación
3	-	Ataque de herbívoros, enfermedades u otros patógenos posteriormente a la germinación
4	-	Falta de claros grandes con alta disponibilidad lumínica
5	-	Competencia excesiva de lianas u otra maleza independientemente del tamaño de los claros
6	-	Tasas lentas de crecimiento natural
7	-	Falta de suelos minerales para el establecimiento de plántulas
8	-	Sobreexplotación, falta de árboles semilleros
9	-	Desconocidos

Valor ecológico y valor económico:

1	-	Sin valor
2	-	Intermedio
3	-	Valor alto

SECCION III

RESULTADOS Y DISCUSION

La información sobre la ecología de regeneración de las especies arbóreas en Bolivia es, en general, deficiente. Casi dos terceras partes (66%) cuentan con menos de tres fuentes publicadas de información básica sobre regeneración natural o sistemas silviculturales utilizados para establecerla. Existe una buena base de información publicada sólo para un 18% de las especies incluidas en el presente estudio. Estas son, en su mayoría, especies pan-tropicales valiosas, tanto maderables como no maderables (ej. *Swietenia macrophylla*, *Cedrela fissilis*, *Bertholletia excelsa*, *Hevea brasiliensis*, *Euterpe precatoria*), o muy comunes en bosques neotropicales (ej. *Spondias mombin*, *Hymenaea courbaril*). Estos resultados señalan la necesidad de mayor información biológica básica, la cual podrá ser utilizada como base para prescripciones silviculturales. Estos estudios deberán ser enfocados, en particular, en el manejo de los bosques húmedos tropicales y secos semi-decíduos del norte y este de Bolivia, donde se presenta la mayoría de las especies comerciales.

La información que actualmente existe sobre estas importantes especies de árboles indica problemas serios en cuanto al establecimiento de la regeneración. Más de un 60% de las especies investigadas no presenta cantidades adecuadas de regeneración en los bosques bolivianos (Figura 1). Se ha observado regeneración muy escasa de cuatro especies (*Amburana cearensis*, *Aniba canelilla*, *Parkia pendula* y *Schinopsis brasiliensis*) y se conoce muy poco sobre la forma en que ésta se puede establecer (Cuadro 1). Es especialmente preocupante el hecho de que *Amburana cearensis* esté incluida en esta lista, ya que ésta es una de las especies actualmente sujeta a aprovechamiento intensivo como consecuencia del agotamiento de las poblaciones comerciales de mara en muchas zonas. La aparente falta total de información de inventarios sobre el estado actual de la regeneración de cuatro especies (Cuadro 1), también subraya la necesidad de realizar inventarios forestales básicos en ciertas áreas del país.

Lamentablemente, es también aparente que las especies de mayor importancia económica están en primer lugar en lo que se refiere a problemas de regeneración. De las especies clasificadas como de alto valor económico, un 78% tiene problemas graves (clases 1 y 2) en cuanto a regeneración (Figura 2). Sólo tres especies de alto valor económico: *Bertholletia excelsa*, *Bactris gasipaes* y *Mauritia flexuosa* (dos de las cuales son palmeras) fueron clasificadas dentro del grupo de poseedoras de regeneración adecuada o con problemas fáciles de resolver al respecto (clases 3 y 4). Existe preocupación sobre la regeneración de *Bertholletia excelsa*, pero, al parecer, ésta se podría lograr mediante el aumento del tamaño de los claros (Myers 1998) o el plantío (Mori 1992). Se considera que ninguna de las siete especies clasificadas con el mayor valor económico cuenta con una regeneración adecuada. Para las especies de alto valor ecológico, la evaluación de regeneración es más favorable, ya que un 62% tiene regeneración adecuada (Figura 3). Cabe señalar que, al igual que en el caso anterior, varias de estas especies corresponden a palmeras.

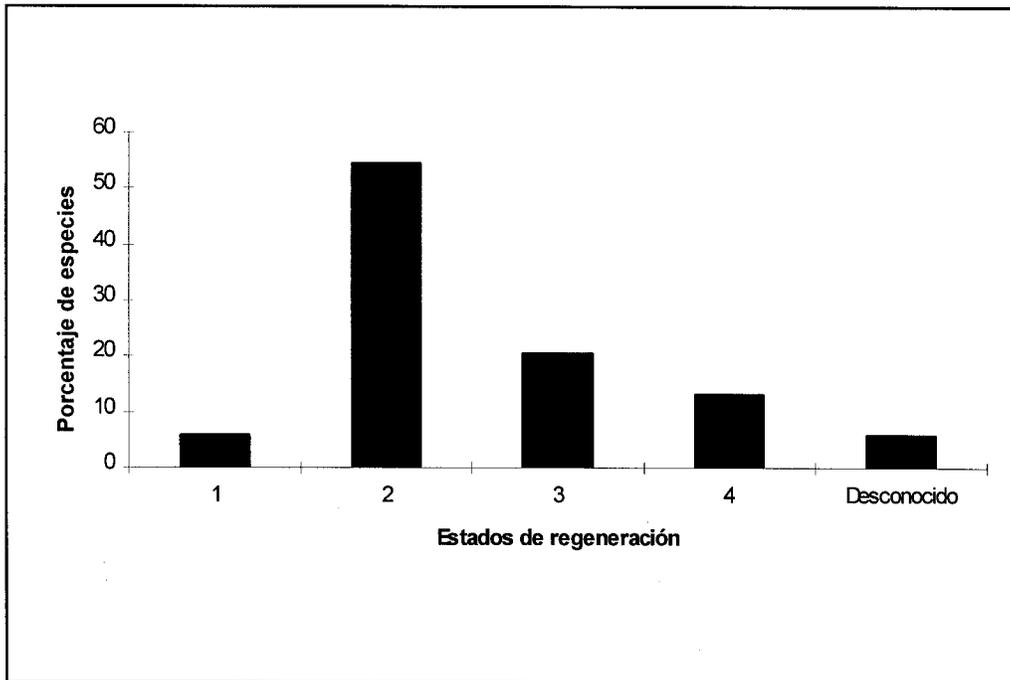


Figura 1: Estado de regeneración de las especies arbóreas forestales de los bosques de Bolivia

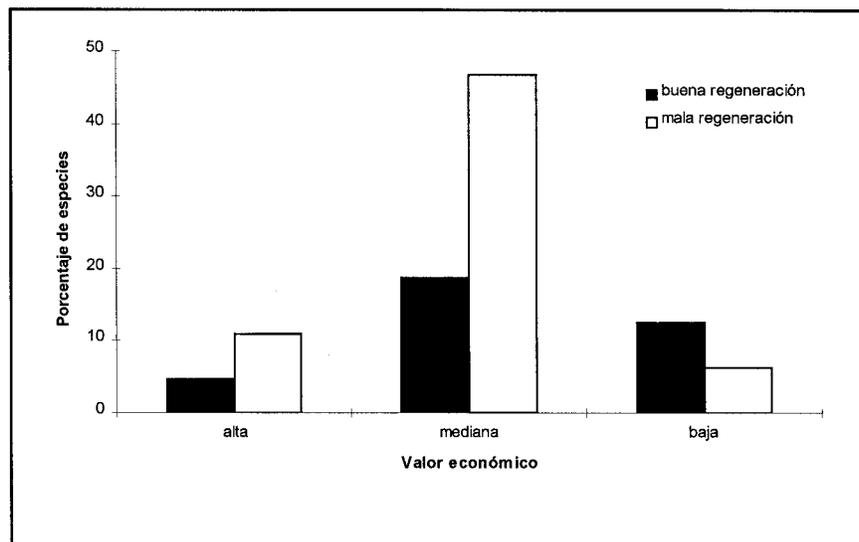


Figura 2: Relación entre los principales estados de regeneración y el valor económico de las especies forestales de Bolivia

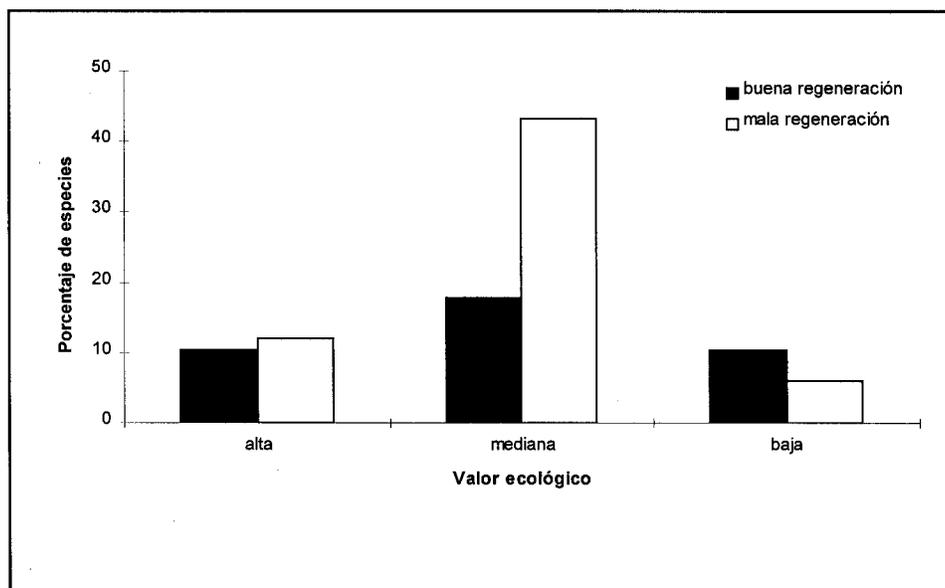


Figura 3: Relación de los principales estados de regeneración y el valor ecológico de las especies forestales de Bolivia

Si bien existe cierta información sobre la forma de establecer la regeneración de la mayoría de las especies que presentan problemas en este sentido, la implementación de tratamientos silviculturales que estimulen este proceso será costosa y difícil. La mayoría requerirá preparación del sitio (mediante desbroce o quemas controladas) o tratamientos post-aprovechamiento (tales como cortas de liberación) para facilitar la regeneración; medidas que son costosas y actualmente no se consideran operativas en Bolivia. Para una porción significativa (22%) de las especies, en su mayoría heliófitas (Figura 1), el proveer condiciones apropiadas para la regeneración no será costoso y sólo significaría aumentar el tamaño de los claros, quizás con trabajo adicional para exponer el suelo mineral, durante el aprovechamiento, para la preparación de almácigos naturales. Si bien las especies heliófitas de madera blanda tales como *Cecropia* spp. parecen regenerarse sin problemas, las dificultades para la regeneración son más serias entre las especies de madera dura que son heliófitas o parcialmente heliófitas (Figura 4). Tradicionalmente, el manejo forestal en Bolivia sólo ha significado el aprovechamiento selectivo, que crea pequeños claros adversos a la regeneración de las especies heliófitas (Gullison *et al.* 1996; Fredericksen 1998). Sin embargo, para varias especies, la regeneración dependerá de la aceptación, por parte del sector forestal, de prácticas silviculturales no tradicionales que proporcionen claros grandes, quizás seguidas por tratamientos post-aprovechamiento de control de la vegetación competidora.

Sólo un 13% de las especies en el presente estudio pertenecen a la categoría de especies con regeneración adecuada (Figura 1, Cuadro 1). Cabe señalar que casi una mitad de éstas son

palmeras, las cuales parecen regenerarse con mayor facilidad que las especies arbóreas dicotiledóneas. Una excepción notable la constituye *Euterpe precatoria*, que experimenta una disminución en su abundancia en muchas áreas debido a la sobrexplotación (Peña 1996). Las únicas especies maderables comerciales que se considera tienen regeneración adecuada son *Hura crepitans* y *Schizolobium amazonicum*, que crecen en bosques húmedos. *Hura crepitans* no es muy exigente con respecto a las condiciones para su regeneración, ya que germina y crece rápidamente tanto en sitios alterados, como esencialmente no alterados (observación personal de los autores). La regeneración de *Schizolobium amazonicum* depende de la disponibilidad de sitios alterados y es particularmente abundante a lo largo de caminos madereros (observación personal de los autores). Algunas especies parecen tener abundante regeneración de fustales, tal como *Pseudolmedia laevis* (Boom 1996), pero el reclutamiento de plantines y brinzales es escaso y no se conoce con exactitud el mecanismo de reclutamiento de plantines de la especie.

Las causas del fracaso de la regeneración son varias. Si bien los mecanismos de éste no se entienden adecuadamente en casi un 60% de las especies (Cuadro 1), no se cita un solo mecanismo para el fracaso de la regeneración en más de un 12% de las especies del estudio (Figura 5). Los mecanismos más citados para el fracaso de la regeneración son las altas tasas de depredación de las semillas o las bajas tasas de germinación y el reducido tamaño de los claros creados por el aprovechamiento selectivo. Estos datos indican que las soluciones a los problemas de regeneración deben ser tratados especie por especie. Esta particularidad dificultará las decisiones para el manejo, pero es posible implementar varios sistemas silviculturales distintos dentro de las concesiones, estando cada uno de éstos dirigido a la producción sostenible de un grupo de especies. La variedad en los sistemas silviculturales tiene la ventaja adicional de diversificar la cantidad de tipos de bosque dentro de un área de manejo, aumentando el potencial para el mantenimiento de la diversidad animal y vegetal.

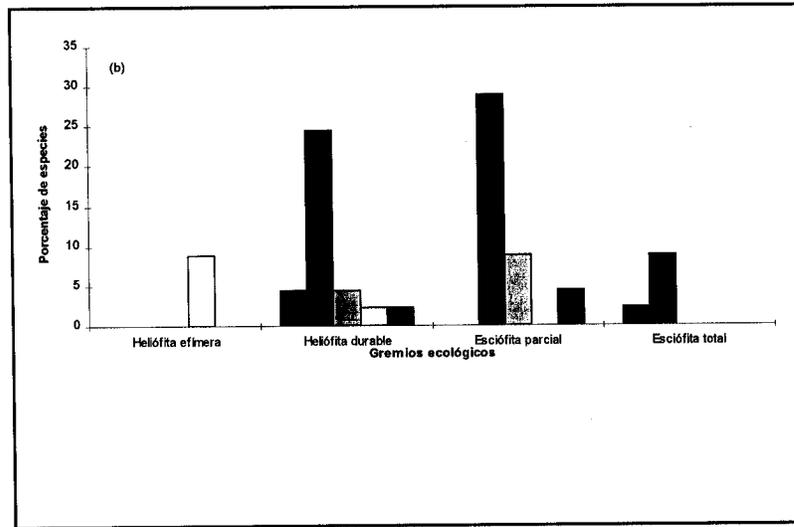
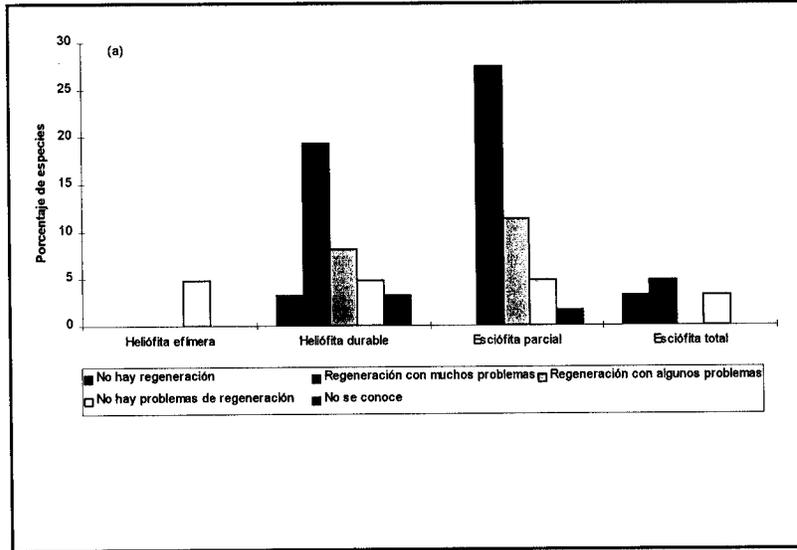


Figura 4: Porcentaje de especies arbóreas de los distintos gremios ecológicos agrupadas por su estado de regeneración. (a) especies totales; (b) especies maderables.

La regeneración es quizás el paso más importante hacia el logro de la sostenibilidad a largo plazo de los bosques bajo manejo. Los objetivos del presente informe son evaluar el estado actual de regeneración de las especies maderables y no maderables utilizadas en Bolivia, determinar los conocimientos que existen sobre regeneración, y proponer estrategias o nuevas investigaciones para mejorar la regeneración en los bosques.

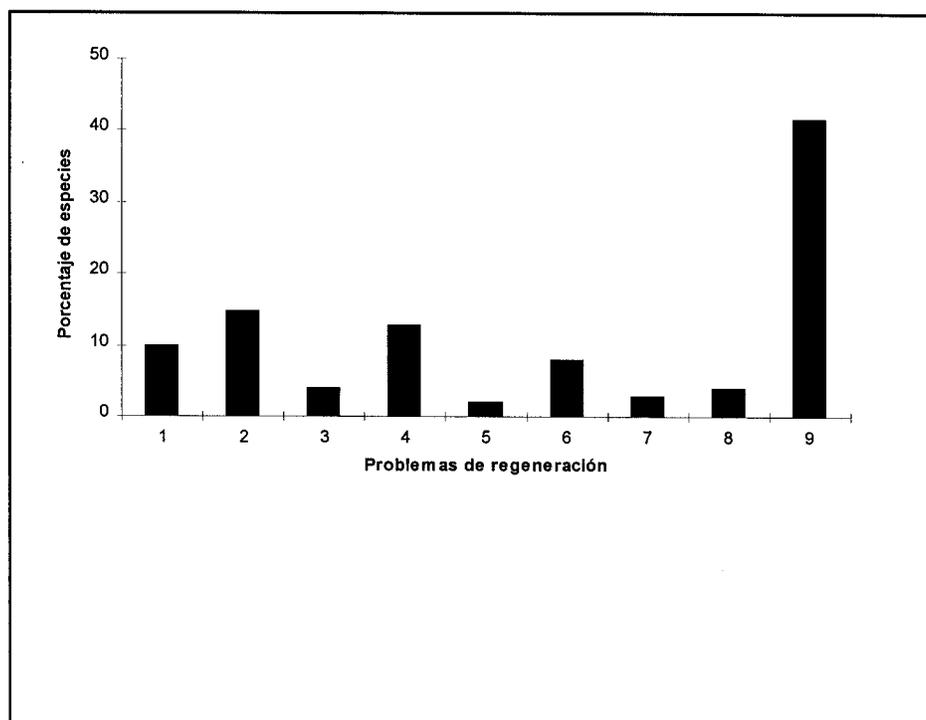


Figura 5. Principales problemas de regeneración en especies forestales de Bolivia.

1. Producción irregular o deficiente de semillas
2. Tasas altas de depredación de semillas o deficiencias en la germinación
3. Ataque de herbívoros, enfermedades u otros patógenos posterior a la germinación
4. Falta de claros grandes con alta disponibilidad lumínica
5. Competencia excesiva de lianas u otra maleza independientemente del tamaño de los claros
6. Tasas lentas de crecimiento natural
7. Falta de suelos minerales para el establecimiento de plantines
8. Sobreexplotación, falta de árboles semilleros
9. Desconocidas

SECCION IV RECOMENDACIONES

En vista de la evidente falta de conocimientos sobre los requerimientos de regeneración de un gran número de especies, es importante que las nuevas investigaciones estén dirigidas hacia la comprensión de la ecología básica de regeneración (producción, dispersión y depredación de semillas; tasas naturales de crecimiento; y respuestas a los disturbios naturales y antrópicos) de varias especies arbóreas comerciales de Bolivia. Las especies prioritarias que requieren investigación básica sobre regeneración son: *Amburana cearensis*, *Apuleia leiocarpa*, *Alnus acuminata*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Couratari guianensis*, *Couratari macrosperma*, *Erisma uncinatum*, *Juglans boliviana*, *Parkia pendula*, *Tabebuia impetiginosa* y *Tabebuia serratifolia*.

Se deberán aplicar ensayos de estrategias de aprovechamiento y otros tratamientos silviculturales a las especies para las cuales no existen conocimientos sobre sistemas silviculturales apropiados. Estas incluyen una gran cantidad de especies menos conocidas que se están aprovechando debido a la disminución en la abundancia de las especies más valiosas, tales como la mara y el cedro. Al igual que estas últimas, es aparente que algunas especies valiosas tales como *Anandenanthera macrocarpa*, *Tabebuia* spp., *Astronium urundeuva*, *Schizolobium amazonicum*, *Ficus glabrata* y *Centrolobium microchaete* dependen de grandes alteraciones para su regeneración. Las tasas de crecimiento de varias especies medianamente tolerantes de la sombra también se beneficiarán con claros de mayor tamaño, quizás utilizando selección de grupo o corta en fajas. En casos en que se desee manejar tanto especies heliófitas como esciófitas, se podrá utilizar una combinación de selección individual y de grupos. En este sentido, es necesario efectuar mayores ensayos sobre la regeneración posterior a los distintos sistemas de aprovechamiento implementados en los bosques bolivianos.

Además de cambios en los sistemas de aprovechamiento, la regeneración de ciertas especies podrá requerir de tratamientos silviculturales post-aprovechamiento que proporcionen un control inicial o temporal de la vegetación competidora. Los bejucos son competidores particularmente problemáticos en los bosques de Bolivia, pues a menudo invaden claros, evitando la regeneración (Mostacedo *et al.* 1998, Fredericksen 1998, Pinard *et al.* en prensa). Será necesario ensayar, con varias especies, tratamientos económicos de control de la competencia por medios mecánicos o químicos. Algunas especies podrán beneficiarse con la aplicación de quemas controladas; tal es el caso de *Centrolobium microchaete*, la cual se regenera principalmente mediante el rebrote.

Para el manejo sostenible de todas las especies, será necesario formular prescripciones silviculturales por tipo de bosque y/o específicas al sitio que permitan la regeneración. La formulación de dichos sistemas requerirá de experimentación y refinamiento constantes, lo cual constituye un reto en un país donde existe poca experiencia con tratamientos silviculturales,

aparte del aprovechamiento no planificado, y en el que sólo se presta atención a los árboles que superan el diámetro mínimo de corta. No obstante, los futuros bosques de Bolivia están formados actualmente por plantas poco conspicuas que crecen en el sotobosque. La abundancia y composición de dichos bosques se decidirá por la cantidad de trabajo que se dedique al cuidado de la regeneración forestal.

La regeneración es quizás el paso más importante hacia el logro de la sostenibilidad a largo plazo de los bosques bajo manejo. Los objetivos del presente informe son evaluar el estado actual de regeneración de las especies maderables y no maderables utilizadas en Bolivia, determinar los conocimientos que existen sobre regeneración, y proponer estrategias o nuevas investigaciones para mejorar la regeneración en los bosques.

SECCION V
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguape, R. 1998. Frutos del bosque ribereño de Lomerío y su importancia para la fauna silvestre. Santa Cruz, Bolivia. Tesis, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- Boom, B.M. 1996. A forest inventory in Amazonian Bolivia. *Biotrop*, 18:287-294.
- Choquevilca, A. 1998. Determinación de la incidencia que provoca la podredumbre del duramen de la especie forestal en pie (*Phyllostylon rhamnoides*). Tesis, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Tarija, Bolivia. 110 p.
- Frederickson, T.S. y B. Mostacedo. En prensa. Ground bromeliad interference with tree regeneration in a Bolivian tropical dry forest. Documento Técnico, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Frederickson, T.S., J. Justiniano, B. Mostacedo, D. Kennard y L. McDonald. En prensa. Comparative seed ecology of three leguminous timber species in a Bolivian dry forest. Documento Técnico, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Frederickson, T.S. 1998. Limitations of low-intensity selective logging for sustainable tropical forestry. *Commonwealth Forestry Review*. En prensa.
- Frederickson, T.S. y M.J. Justiniano. 1998. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas: Sirari - *Copaifera chodatiana*. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Frederickson, T.S., M.J. Justiniano, D. Rumiz, E. McDonald y R. Aguape. 1998. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas: Bibosi higuerón - *Ficus* spp. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Frederickson, T.S., D. Rumiz, M.J. Justiniano, R. Aguape. 1999. Harvesting free-standing figs for timber in Bolivia: potential implications for sustainability. *Forest Ecology and Management*. En prensa.
- Fuentes, J. 1996. Determinación de los diámetros mínimos de corta de las especies comerciales en los bosques comunales de la zona de Lomerío. Tesis, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- Hunisett, G. 1996. The forest sector and deforestation in Bolivia. World Bank, La Paz, Bolivia.
- Gullison, R.E. y S.P. Hubbell. 1992. Regeneración natural de la mara (*Swietenia macrophylla*) en

- el Bosque Chimanes, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 19:43-56.
- Gullison, R.E., Panfil, S.N., Strouse, J.J. y Hubbell, S.P. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. *Bot. J. Linn. Soc.* 122:9-34.
- Guzmán, R. 1997. Caracterización de especies forestales en gremios ecológicos en el bosque subhúmedo estacional de la región de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. Tesis de maestría, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 59 pp.
- Justiniano, M.J. 1998. Comportamiento fenológico de especies maderables en un bosque semidecídulo pluviestacional de Santa Cruz, Bolivia. *Revista Ecología y Conservación en Bolivia* 4:99-105.
- Justiniano, M.J. y T.S. Fredericksen, 1998a. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas: Morado - *Machaerium scleroxylon*. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Justiniano, M.J. y T.S. Fredericksen, 1998b. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas: Curupaú - *Anadenanthera colubrina*. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Justiniano, M.J. y T.S. Fredericksen, 1998c. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas: Cuta - *Phyllostylon rhamnoides*. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Justiniano, M.J. y T.S. Fredericksen, 1998d. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas: Tarara - *Centrolobium microchaete*. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Justiniano, M.J. y T.S. Fredericksen. 1998e. *Cariniana ianeirensis* (Lecythidaceae) - Un nuevo registro para Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 2:70-75.
- Kennard, D. 1998. Seedling establishment following fires of high and low intensities in a dry tropical forest. *En Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Tropical Biology. Biotropica Suppl.* 30(2):30.
- Killeen, T.J., A. Jardim, F. Mamani y N. Rojas. 1998. Diversity, composition, and structure of a tropical deciduous forest in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. *J. Trop. Ecol.* 14:803-827.
- Leach, R. 1998. Implications of changing the minimum harvesting diameter (MHD) for *Machaerium scleroxylon* in a seasonally dry tropical forest of Bolivia. Tesis de maestría, Universidad de Aberdeen, Aberdeen, Escocia.
- Medina, R.A. 1996. Estudio de aspectos básicos de demografía de 12 especies maderables en la región de Lomerío, Santa Cruz. Tesis, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.

- Mori, S.A. 1992. The Brazil nut industry - past, present, and future. *En* Plotkin, M., Famolare, F. (Eds.) Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest Products. Island Press, Washington, D.C. pp.241-251
- Mostacedo, B., T.S. Fredericksen y M. Toledo. 1998. Respuestas de las plantas a la intensidad de aprovechamiento en un bosque semi-deciduo pluviestacional de la región de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 2:75-88.
- Mostacedo, B., T.S. Fredericksen y M. Toledo. 1999. Comparación de la respuesta de las comunidades vegetales a los incendios forestales en los bosques tropicales secos y húmedos de Bolivia. Documento Técnico, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Myers, G. 1998. The relationship between Brazil nut (*Bertolletia excelsa*) seedling regeneration and canopy gap size. Tesis de maestría, University of Edinburgh, U.K.
- Pacheco, P. 1998. Estilos de desarrollo, deforestación y degradación de los bosques en las tierras bajas de Bolivia. CIFOR, La Paz, Bolivia, 389pp.
- Peña, M. 1996. Ecology and Socioeconomics of Palm Heart Extraction from Wild Populations of *Euterpe precatoria* Mart. in Eastern Bolivia. Tesis de maestría. University of Florida. Gainesville, Florida.
- Pinard, M.A., R. Guzmán y J. Fuentes. 1996. Clasificación de las especies arbóreas en gremios ecológicos en la zona de Lomerío, Santa Cruz. Bolivia. *Boletín BOLFOR* 6:2-4, Santa Cruz, Bolivia.
- Pinard, M.A. y J. Huffman. 1997. Fire resistance and bark characteristics of trees en a seasonally dry forest in eastern Bolivia. *J. Trop. Ecol.* 13:727-740.
- Pinard M.A., Putz, F.E., Licona, J.C. En prensa. Tree mortality and vine proliferation following a wildfire in a sub-humid tropical forest in Bolivia. *For. Ecol. Mgmt.*
- Veizaga, R.E. 1997. Influencia de depredadores sobre semillas y plantines sobre algunas especies forestales de interés comercial en claros con y sin tratamientos silviculturales. Tesis, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.